

This Page Is Inserted by IFW Operations  
and is not a part of the Official Record

## **BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning documents *will not* correct images,  
please do not report the images to the  
Image Problem Mailbox.**

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

EJ-03/60-KS (2)

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2000-241755

(P2000-241755A)

(43) 公開日 平成12年9月8日(2000.9.8)

(51) Int.Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	テマコード*(参考)
G 0 2 B 27/18		G 0 2 B 27/18	Z 2 H 0 8 8
G 0 2 F 1/13	5 0 5	G 0 2 F 1/13	5 0 5 2 H 0 9 1
1/1335	5 3 0	1/1335	5 3 0

審査請求 未請求 請求項の数20 O L (全 19 頁)

(21) 出願番号 特願平11-39359

(22) 出願日 平成11年2月18日(1999.2.18)

(71) 出願人 000005223

富士通株式会社

神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番  
1号

(72) 発明者 後藤 猛

神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番  
1号 富士通株式会社内

(72) 発明者 鈴木 敏弘

神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番  
1号 富士通株式会社内

(74) 代理人 100092587

弁理士 松本 眞吉

最終頁に続く

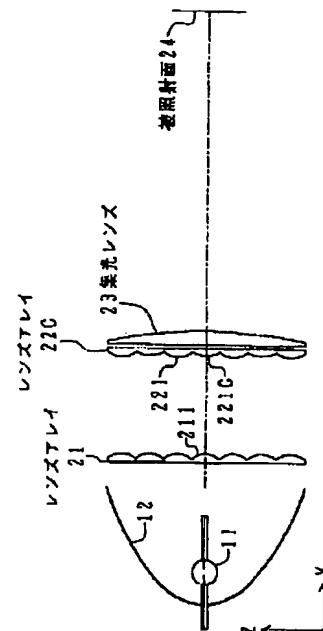
(54) 【発明の名称】 照明装置及びその照度分布改善装置並びに液晶投写装置

(57) 【要約】

【課題】 光利用効率を向上させる。

【解決手段】 レンズアレイ22Cは、集光レンズ23との組で、レンズアレイ21の対応するレンズを被照射面24に重畳結像させる凸レンズ211と、焦点距離が凸レンズより長い凸レンズ221Cとが互いに入れ子状に形成されている。重畳結像された被照射面上の照度分布はほぼ均一であるが、結像されない光の被照射面上の照度分布は中央部で高い山形になり、両照度分布を重ね合わせたものはマージン領域の光量を低減できる。凸レンズ221Cの代わりに、平板部や凹レンズを用いてもよい。レンズアレイ22Cの代わりに、同一焦点距離でサイズが異なるレンズや、焦点距離及びサイズが同一で中心軸に対する光軸のずれが異なる偏心レンズが形成されたレンズを用いてもよい。レンズアレイ21及び集光レンズ23の位置を調整してマージン領域を削減してもよい。

本発明の第1実施形態の照明装置の、光軸を通る断面概略図



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 第1レンズアレイと、

該第1レンズアレイの各レンズで結像される位置に、該各レンズに対応したレンズが形成されている第2レンズアレイと、

該第2レンズアレイに対し該第1レンズアレイと反対側に配置された集光レンズと、

を有する照明装置用照度分布改善装置において、該第2レンズアレイは、該集光レンズとの組で、該第1レンズアレイの対応するレンズを被照射面に重畳結像させる複数の凸レンズからなる第1レンズ群と、焦点距離が該第1レンズ群のレンズより長い又は負である複数のレンズからなる第2レンズ群とが形成されている、ことを特徴とする照明装置用照度分布改善装置。

【請求項2】 上記第2レンズアレイは、上記第1レンズ群のレンズと上記第2レンズ群のレンズとが互いに入れ子状に形成されている、

ことを特徴とする請求項1記載の照明装置用照度分布改善装置。

【請求項3】 上記第2レンズ群のレンズは平板部である、

ことを特徴とする請求項1又は2記載の照明装置用照度分布改善装置。

【請求項4】 第1凸レンズ群と焦点距離 $f$ の第2凸レンズ群とが形成された第1レンズアレイと、

該第1レンズアレイの各凸レンズに対応したレンズが形成された第2レンズアレイと、

該第2レンズアレイに対し該第1レンズアレイと反対側に配置された集光レンズと、

を有する照明装置用照度分布改善装置であって、該第2レンズアレイは、該集光レンズとの組で、該第1凸レンズ群の対応するレンズを被照射面に重畳結像させる複数の凸レンズからなる第3凸レンズ群と、該第2レンズ群に対応した焦点距離 $-f$ の複数の凹レンズからなる凹レンズ群とが形成されている、

ことを特徴とする照明装置用照度分布改善装置。

【請求項5】 上記第1レンズアレイは、上記第1レンズ群のレンズが中央部に形成され、上記第2レンズ群のレンズが該中央部の周辺に形成され、

上記第2レンズアレイは、上記第3レンズ群のレンズが中央部に形成され、上記第4レンズ群のレンズが該中央部の周辺に形成されている、

ことを特徴とする請求項4記載の照明装置用照度分布改善装置。

【請求項6】 第1レンズアレイと、

該第1レンズアレイの各レンズで結像される位置に、該各レンズに対応したレンズが形成されている第2レンズアレイと、

該第2レンズアレイに対し該第1レンズアレイと反対側に配置された集光レンズと、

を有する照明装置用照度分布改善装置において、該第2レンズアレイは、該第1レンズアレイの対応するレンズの光軸からずれた光軸を有するレンズを有し複数のレンズについて該ずれが互いに異なり、該集光レンズとの組で、該第1レンズアレイの対応するレンズを被照射面に重畳結像させることを特徴とする照明装置用照度分布改善装置。

【請求項7】 上記第2レンズアレイは、サイズが互いに異なる複数のレンズを有する、

ことを特徴とする請求項6記載の照明装置用照度分布改善装置。

【請求項8】 上記第2レンズアレイは、サイズが互いに同一で中心軸に対し互いに異なる方向に光軸がずれた複数の偏心レンズを有する、

ことを特徴とする請求項6記載の照明装置用照度分布改善装置。

【請求項9】 第1レンズアレイと、

該第1レンズアレイの各レンズで結像される位置に、該各レンズに対応したレンズが形成されている第2レンズアレイと、

該第2レンズアレイに対し該第1レンズアレイと反対側に配置された集光レンズと、

を有する照明装置用照度分布改善装置においてさらに、該第1レンズアレイの位置を調整する位置調整部を有することを特徴とする照明装置用照度分布改善装置。

【請求項10】 上記位置調整部は、上記第1レンズアレイの光軸方向位置を調整するものである、

ことを特徴とする請求項9記載の照明装置用照度分布改善装置。

【請求項11】 上記位置調整部は、上記第1レンズアレイの光軸方向位置及び該光軸方向位置と直角な面内の位置を調整するものである、

ことを特徴とする請求項9記載の照明装置用照度分布改善装置。

【請求項12】 上記集光レンズの位置をその光軸と直角な面内で調整する面内調整部をさらに有することを特徴とする請求項11記載の照明装置用照度分布改善装置。

【請求項13】 第1レンズアレイと、

該第1レンズアレイの各レンズで結像される位置に、該各レンズに対応したレンズが形成されている第2レンズアレイと、

該第2レンズアレイに対し該第1レンズアレイと反対側に配置された集光レンズと、

帯状有効入射領域と、この領域と隣り合う帯状無効入射領域とを交互に有し、該有効入射領域に入射した無偏光を直線偏光に変換し、該無効入射領域に入射した無偏光を該直線偏光と偏光面が $90^\circ$ 異なる直線偏光に変換し又はこの無偏光を透過させ、該第2レンズアレイの各レンズの中心軸が該有効入射領域の中央線上に存在するよ

うに配置された偏光変換素子と、  
を有する照明装置用照度分布改善装置において、  
該偏光変換素子の入射面に形成される光源発光部像が略  
最小になるように、該第1レンズアレイに対し該第2レ  
ンズアレイ及び該偏光変換素子が配置されていることを  
特徴とする照明装置用照度分布改善装置。

【請求項14】 第1レンズアレイと、  
該第1レンズアレイの各レンズで結像される位置に、該  
各レンズに対応したレンズが形成されている第2レンズ  
アレイと、  
該第2レンズアレイに対し該第1レンズアレイと反対側  
に配置された集光レンズと、  
該第2レンズアレイと該集光レンズとの間に配置され、  
帯状有効入射領域と、この領域と隣り合いこの領域と同  
一幅の帯状無効入射領域とを交互に有し、該有効入射領  
域に入射した無偏光を直線偏光に変換して、該有効入射  
領域及び該無効入射領域と対向した面から出射し、該無  
効入射領域に入射した無偏光を該直線偏光と偏光面が9  
0°異なる直線偏光に変換し又はこの無偏光を透過さ  
せ、該第2レンズアレイの各レンズの中心軸が該有効入  
射領域の中央線上に存在するように配置された偏光変換  
素子と、

を有する照明装置用照度分布改善装置において、  
 $CZ/CX > EZ/EX > (CZ-P)/CX$   
を満たすように該第1及び第2レンズアレイのレンズの  
アスペクト比を決定し、ここに

EZ: 被照射領域の該有効入射領域長手方向の長さ

EX: 該被照射領域の該有効入射領域長手方向と直角  
な方向の長さ

CZ: 該第1及び第2レンズアレイのレンズの該有効  
入射領域長手方向の長さ

CX: 該第1及び第2レンズアレイのレンズの該有効  
入射領域長手方向と直角な方向の長さ

P: 該有効入射領域の長手方向と直角な方向の幅  
であることを特徴とする照明装置用照度分布改善装置。

【請求項15】 第1レンズアレイと、  
該第1レンズアレイの各レンズで結像される位置に、該  
各レンズに対応したレンズが形成されている第2レンズ  
アレイと、  
該第2レンズアレイに対し該第1レンズアレイと反対側  
に配置された集光レンズと、  
該第2レンズアレイと該集光レンズとの間に配置され、  
帯状有効入射領域と、この領域と隣り合いこの領域と同  
一幅の帯状無効入射領域とを交互に有し、該有効入射領  
域に入射した無偏光を直線偏光に変換して、該有効入射  
領域及び該無効入射領域と対向した面から出射し、該無  
効入射領域に入射した無偏光を該直線偏光と偏光面が9  
0°異なる直線偏光に変換し又はこの無偏光を透過さ  
せ、該第2レンズアレイの各レンズの中心軸が該有効入  
射領域の中央線上に存在するように配置された偏光変換

素子と、  
を有する照明装置用照度分布改善装置において、  
該第1レンズアレイの各レンズは、球面収差を補正した  
非球面レンズである、  
ことを特徴とする照明装置用照度分布改善装置。

【請求項16】 請求項1乃至15のいずれか1つに記  
載の照明装置用照度分布改善装置と、  
光源と、  
該光源からの放射光を反射又は屈折させて略一方向へ揃  
える光整列手段と、  
を有することを特徴とする照明装置。

【請求項17】 光源と、  
該光源からの放射光を反射又は屈折させて略一方向へ揃  
える光整列手段と、  
該光整列手段からの光を拡散させる拡散素子と、  
該拡散素子の光軸方向位置を調整する位置調整部と、  
を有することを特徴とする照明装置。

【請求項18】 請求項16又は17記載の照明装置  
と、  
該照明装置からの光が入射され、映像信号に応答して画  
素透過率が変化する液晶ライトバルブと、  
該液晶ライトバルブからの光をスクリーン上に投写させ  
るための投写レンズと、  
を有することを特徴とする液晶投写装置。

【請求項19】 上記第2レンズアレイは、上記第1レ  
ンズ群と上記第2レンズ群との一方及び他方がそれぞれ  
該第2レンズアレイの中央部及びその周辺部に形成され  
ている、  
ことを特徴とする請求項1記載の照明装置用照度分布改  
善装置。

【請求項20】 上記第1レンズアレイは、上記第1レ  
ンズ群のレンズと上記第2レンズ群のレンズとが互いに  
入れ子状に形成されている、  
ことを特徴とする請求項4記載の照明装置用照度分布改  
善装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、照明装置及びその  
照度分布改善装置並びに液晶投写装置に関する。

【0002】

【従来の技術】液晶プロジェクタや映写機などの投写装  
置では、より明るい投写画像を得るために、光源から放  
射された光の利用効率を向上させることが要求されてい  
る。

【0003】図22は、このような投写装置に用いられ  
る従来の照明装置の、光軸を通る断面概略を示す。

【0004】メタルハライドランプ11のアーキギャッ  
プ中心が放物面鏡12の焦点に一致され、メタルハライ  
ドランプ11から放射された光は、放物面鏡12で反射  
されて実質的に平行光となる。この平行光は、レンズア

レイ 21 に入射される。レンズアレイ 21 には、その各レンズに対応したレンズを備えたレンズアレイ 22 が対向して配置されている。レンズアレイ 21 の各レンズからの光をレンズアレイ 22 の対応するレンズへ効率よく導くために、レンズアレイ 21 と 22 の間隔がレンズアレイ 21 のレンズの焦点距離に等しくされている。レンズアレイ 22 と被照射面 24 との間のレンズアレイ 22 側には、集光レンズ 23 が配置されている。

【0005】レンズアレイ 21 の任意のレンズ 211 に入射した平行光線は、レンズアレイ 22 の対応するレンズ 221 の中心に収束し、集光レンズ 23 を通って被照射面 24 の全域に照射される。すなわち、レンズアレイ 21 の各レンズがレンズアレイ 22 及び集光レンズ 23 により被照射面 24 上に重畳結像される。放物面鏡 12 からの光の強度は中央部で高く周辺部で低くなっているが、レンズアレイ 21、22 及び集光レンズ 23 のこのような作用により、レンズペア数（一般に数十～数百）を多くすれば被照射面 24 での光強度が図 23 (B) に示す如く略均一になる。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】図 22 の照明装置の各部材の寸法誤差及び取付誤差が照明装置毎に異なる。液晶プロジェクタなどは量産品であるので、図 23 (A) に示す如く、液晶パネルなどの有効照明領域 E A の外側に、このような誤差に対するマージン領域 M A を考慮して、被照射面 24 上の照明スポット S P のサイズを決定する必要がある。例えば有効照明領域 E A が縦 15 mm × 横 20 mm の液晶パネルである場合、実際のこのような誤差に対するマージン領域 M A の上下方向の各幅を 3、5 mm、左右方向のそれを 2、55 mm とすると、図 23 (B) に示すような均一分布の場合には、照明光の 45 % がマージン領域 M A へ入射することになり、光利用効率が悪い。

【0007】本発明の目的は、このような問題点に鑑み、光利用効率を向上させることが可能な照明装置及びその照度分布改善装置並びに液晶投写装置を提供することにある。

【0008】

【課題を解決するための手段及びその作用効果】請求項 1 では、例えば図 1、3 又は 5 に示す如く、第 1 レンズアレイと、該第 1 レンズアレイの各レンズで結像される位置に、該各レンズに対応したレンズが形成されている第 2 レンズアレイと、該第 2 レンズアレイに対し該第 1 レンズアレイと反対側に配置された集光レンズとを有する照明装置用照度分布改善装置において、該第 2 レンズアレイは、該集光レンズとの組で、該第 1 レンズアレイの対応するレンズを被照射面に重畳結像させる複数の凸レンズからなる第 1 レンズ群と、焦点距離が該第 1 レンズ群のレンズより長い又は負である複数のレンズからなる第 2 レンズ群とが形成されている。

【0009】重畳結像された被照射面上の照度分布は、例えば図 2 (A) に示す如くほぼ均一であり、周辺部で急に低下する。他方、結像されない光の被照射面上の照度分布は、例えば図 2 (B) に示す如く中央部で高い山形になる。実際の被照射面上の照度分布は、両照度分布を重ね合わせた図 2 (C) のように、被照射面上の有効照明領域（必要な照明領域）E A 内で滑らかに変化する。この照明装置用照度分布改善装置を例えば映写機に用いた場合、人間は、このように滑らかに変化する照度分布に対して鈍感であり、また、中央照度が周辺照度よりも高いと、同一光量で均一照度分布の場合よりも明るいと感じる。さらに、有効照明領域 E A の端の照度が中心点の照度より低いことと、有効照明領域 E A の端点から外側へ向かって照度が急に低くなることから、従来と同じマージン領域を確保しても、照明光がマージン領域 M A へ入射する割合が低くなる。

【0010】したがって、この照明装置用照度分布改善装置によれば、画質を劣化させずに光利用効率を向上させることができる。

【0011】請求項 2 の照明装置用照度分布改善装置では、請求項 1 において、上記第 2 レンズアレイは、上記第 1 レンズ群のレンズと上記第 2 レンズ群のレンズとが互いに入れ子状に形成されている。

【0012】請求項 3 の照明装置用照度分布改善装置では、請求項 1 又は 2 において例えば図 3 に示す如く、上記第 2 レンズ群のレンズは平板部（焦点距離  $\infty$  のレンズ）である。

【0013】請求項 4 では、例えば図 7 に示す如く、第 1 凸レンズ群と焦点距離  $f$  の第 2 凸レンズ群とが形成された第 1 レンズアレイと、該第 1 レンズアレイの各凸レンズに対応したレンズが形成された第 2 レンズアレイと、該第 2 レンズアレイに対し該第 1 レンズアレイと反対側に配置された集光レンズと、を有する照明装置用照度分布改善装置であって、該第 2 レンズアレイは、該集光レンズとの組で、該第 1 凸レンズ群の対応するレンズを被照射面に重畳結像させる複数の凸レンズからなる第 3 凸レンズ群と、該第 2 レンズ群に対応した焦点距離  $-f$  の複数の凹レンズからなる凹レンズ群とが形成されている。

【0014】重畳結像された被照射面上の照度分布は、例えば図 2 (A) に示す如くほぼ均一であり、周辺部で急に低下する。他方、第 2 凸レンズ群のレンズに入射した光は、収束した後、凹レンズ群の対応するレンズを通して、第 2 凸レンズ群のレンズに入射する前とほぼ同じ角度分布の光になり、被照射面上に結像されず、被照射面上の照度分布は、例えば図 8 (B) に示す如く中央部で高い山形になる。実際の被照射面上の照度分布は、両照度分布を重ね合わせた図 8 (C) のように、被照射面上の有効照明領域 E A 内で滑らかに変化する。中央照度が周辺照度よりも高く、かつ、有効照明領域 E A の端点か

ら外側へ向かって照度が急に低くなる。

【0015】したがって、この照明装置用照度分布改善装置によれば、画質を劣化させずに光利用効率を向上させることができる。

【0016】請求項5の照明装置用照度分布改善装置では、請求項4において、上記第1レンズアレイは、上記第1レンズ群のレンズが中央部に形成され、上記第2レンズ群のレンズが該中央部の周辺に形成され、上記第2レンズアレイは、上記第3レンズ群のレンズが中央部に形成され、上記第4レンズ群のレンズが該中央部の周辺に形成されている。

【0017】請求項6では、例えば図9又は11に示す如く、第1レンズアレイと、該第1レンズアレイの各レンズで結像される位置に、該各レンズに対応したレンズが形成されている第2レンズアレイと、該第2レンズアレイに対し該第1レンズアレイと反対側に配置された集光レンズとを有する照明装置用照度分布改善装置において、該第2レンズアレイは、該第1レンズアレイの対応するレンズの光軸からずれた光軸を有するレンズを有し複数のレンズについて該ずれが互いに異なり、該集光レンズとの組で、該第1レンズアレイの対応するレンズを被照射面に重畳結像させる。

【0018】この照明装置用照度分布改善装置によれば、このずれにより被照射面で互いにずれて重畳結像されるので、被照射面上での照度分布は例えば図10(B)に示す如く、中央部で均一となるが周辺部で照度変化が緩やかになるので、従来と同じマージン領域を確保しても、画質を劣化させずに光利用効率を向上させることができる。

【0019】請求項7の照明装置用照度分布改善装置では、請求項6において例えば図9に示す如く、上記第2レンズアレイは、サイズが互いに異なる複数のレンズを有する。

【0020】請求項8の照明装置用照度分布改善装置では、請求項6において例えば図11に示す如く、上記第2レンズアレイは、サイズが互いに同一で中心軸に対し互いに異なる方向に光軸がずれた複数の偏心レンズを有する。

【0021】請求項9の照明装置用照度分布改善装置では、例えば図13～15に示す如く、第1レンズアレイと、該第1レンズアレイの各レンズで結像される位置に、該各レンズに対応したレンズが形成されている第2レンズアレイと、該第2レンズアレイに対し該第1レンズアレイと反対側に配置された集光レンズと、を有する照明装置用照度分布改善装置においてさらに、該第1レンズアレイの位置を調整する位置調整部を有する。

【0022】第1及び第2レンズアレイはいずれも、製造上の原因によりレンズピッチがばらついている。このばらつきは、被照射面での照明スポット周辺部の照度分布が緩やかになる原因となる。しかし、緩やかになる程

度が、請求項6の照明装置用照度分布改善装置を用いた場合よりも小さいので、光利用効率を充分に向上させるためには、マージン領域を狭くする必要がある。

【0023】この照明装置用照度分布改善装置によれば、第1レンズアレイの光軸方向位置を位置調整部で調整して照明スポットサイズを変えることができるので、マージン領域が削減され、また、上記のように照明スポット周辺部の照度分布が緩やかになるので、緩やかでない場合よりもマージン領域を広く削減でき、光利用効率が向上する。

【0024】請求項10の照明装置用照度分布改善装置では、請求項9において例えば図14に示す如く、上記位置調整部は、上記第1レンズアレイの光軸方向位置を調整するものである。

【0025】請求項11の照明装置用照度分布改善装置では、請求項9において例えば図15に示す如く、上記位置調整部は、上記第1レンズアレイの光軸方向位置及び該光軸方向位置と直角な面内の位置を調整するものである。

【0026】第1及び第2レンズアレイの光軸が被照射面の光軸に一致しているとき、被照射面でのマージン領域を最小にすることができるが、実際には各部材の寸法誤差や取付誤差が存在するため、この一致を達成できない。

【0027】この照明装置用照度分布改善装置によれば、第1レンズアレイを光軸方向のみならず、これに直角な面内の位置も調整可能であるので、この一致を達成して、請求項9の構成の場合よりも光利用効率を向上させることができる。また、第1レンズアレイの位置のみ調整すればよいので、調整作業が容易である。

【0028】請求項12の照明装置用照度分布改善装置では、請求項11において例えば図16に示す如く、上記集光レンズの位置をその光軸と直角な面内で調整する面内調整部をさらに有する。

【0029】第1レンズアレイへの入射光束が光軸に対し傾斜して被照射面の照明スポットが大きくなりすぎる場合、これを補正するために第1レンズアレイの位置を光軸方向に直角な面内で調整すると、調整量が大きくなり過ぎて、第1レンズアレイからの出射光の一部が第2レンズアレイに入射できなくなるという問題が生ずる。

【0030】しかし、この照明装置用照度分布改善装置によれば、集光レンズの位置をその光軸と直角な面内で調整することができるので、この問題が解決される。

【0031】請求項13では、例えば図19に示す如く、第1レンズアレイと、該第1レンズアレイの各レンズで結像される位置に、該各レンズに対応したレンズが形成されている第2レンズアレイと、該第2レンズアレイに対し該第1レンズアレイと反対側に配置された集光レンズと、帯状有効入射領域と、この領域と隣り合う帯状無効入射領域とを交互に有し、該有効入射領域に入射

した無偏光を直線偏光に変換し、該無効入射領域に入射した無偏光を該直線偏光と偏光面が $90^\circ$ 異なる直線偏光に変換し又はこの無偏光を透過させ、該第2レンズアレイの各レンズの中心軸が該有効入射領域の中央線上に存在するように配置された偏光変換素子と、を有する照明装置用照度分布改善装置において、該偏光変換素子の入射面に形成される光源発光部像が略最小になるように、該第1レンズアレイに対し該第2レンズアレイ及び該偏光変換素子が配置されている。

【0032】この照明装置用照度分布改善装置によれば、より多くの光が偏光変換素子の有効入射領域に入射して光利用効率が向上し、被照射面での照度が増加する。

【0033】請求項14では、例えば図19に示す如く、第1レンズアレイと、該第1レンズアレイの各レンズで結像される位置に、該各レンズに対応したレンズが形成されている第2レンズアレイと、該第2レンズアレイに対し該第1レンズアレイと反対側に配置された集光レンズと、該第2レンズアレイと該集光レンズとの間に配置され、帯状有効入射領域と、この領域と隣り合いこの領域と同一幅の帯状無効入射領域とを交互に有し、該有効入射領域に入射した無偏光を直線偏光に変換して、該有効入射領域及び該無効入射領域と対向した面から出射し、該無効入射領域に入射した無偏光を該直線偏光と偏光面が $90^\circ$ 異なる直線偏光に変換し又はこの無偏光を透過させ、該第2レンズアレイの各レンズの中心軸が該有効入射領域の中央線上に存在するように配置された偏光変換素子と、を有する照明装置用照度分布改善装置において、

$CZ/CX > EZ/EX > (CZ-P)/CX$

を満たすように該第1及び第2レンズアレイのレンズのアスペクト比を決定し、ここに

EZ: 被照射領域の該有効入射領域長手方向の長さ

EX: 該被照射領域の該有効入射領域長手方向と直角な方向の長さ

CZ: 該第1及び第2レンズアレイのレンズの該有効入射領域長手方向の長さ

CX: 該第1及び第2レンズアレイのレンズの該有効入射領域長手方向と直角な方向の長さ

P: 該有効入射領域の長手方向と直角な方向の幅である。

【0034】この照明装置用照度分布改善装置によれば、被照射面での照明スポットの、有効入射領域長手方向と直角な方向の過剰マージンが削減されて、光利用効率が向上する。

【0035】請求項15では、例えば図21に示す如く、第1レンズアレイと、該第1レンズアレイの各レンズで結像される位置に、該各レンズに対応したレンズが形成されている第2レンズアレイと、該第2レンズアレイに対し該第1レンズアレイと反対側に配置された集光

レンズと、該第2レンズアレイと該集光レンズとの間に配置され、帯状有効入射領域と、この領域と隣り合いこの領域と同一幅の帯状無効入射領域とを交互に有し、該有効入射領域に入射した無偏光を直線偏光に変換して、該有効入射領域及び該無効入射領域と対向した面から出射し、該無効入射領域に入射した無偏光を該直線偏光と偏光面が $90^\circ$ 異なる直線偏光に変換し又はこの無偏光を透過させ、該第2レンズアレイの各レンズの中心軸が該有効入射領域の中央線上に存在するように配置された偏光変換素子と、を有する照明装置用照度分布改善装置において、該第1レンズアレイの各レンズは、球面収差を補正した非球面レンズである。

【0036】この照明装置用照度分布改善装置によれば、偏光変換素子の有効入射領域に入射する光量が増加して、光利用効率が向上する。

【0037】請求項16の照明装置では、請求項1乃至15のいずれか1つに記載の照明装置用照度分布改善装置と、光源と、該光源からの放射光を反射又は屈折させて略一方向へ揃える光整列手段とを有する。

【0038】請求項17の照明装置では、例えば図17に示す如く、光源と、該光源からの放射光を反射又は屈折させて略一方向へ揃える光整列手段と、該光整列手段からの光を拡散させる拡散素子と、該拡散素子の光軸方向位置を調整する位置調整部とを有する。

【0039】この照明装置によれば、拡散素子の光軸方向位置調整により被照射面での照明スポットの照度分布のカーブが例えば図18のC1やC2のように変化し、この調整で、照明スポットの有効照明領域の端での照度が必要最小限の値になるようにすることにより、光利用効率が向上する。

【0040】請求項18の液晶投写装置では、請求項16又は17記載の照明装置と、該照明装置からの光が入射され、映像信号にตอบสนองして画素透過率が変化する液晶ライトバルブと、該液晶ライトバルブからの光をスクリーン上に投写させるための投写レンズとを有する。

【0041】

【発明の実施の形態】以下、図面を参照して本発明の実施形態を説明する。

【0042】[第1実施形態] 図1は、本発明の第1実施形態の照明装置の、光軸を通る断面概略を示す。

【0043】この装置では、図22のレンズアレイ22の替わりにレンズアレイ22Cを用いている。レンズアレイ22Cとレンズアレイ21とは、光軸と直角な面内でのレンズのサイズ及び配列数が同一であり、互いに対応するレンズの光軸を一致させて配置されている。

【0044】ここで、メタルハライドランプ11が完全な点光源でないので、放物面鏡12上の任意の点について、発光部のうち放物面鏡12の焦点からずれた位置からのこの点へ入射して反射された光は、光軸に非平行になる。すなわち、発光部からこの点へ入射した光は発光



部のサイズに応じた角度で発散する光となる。また、放物面鏡12の開口端での光強度分布は、中央部で高く周辺部で低い。

【0045】レンズアレイ22の各凸レンズの焦点距離は互いに等しい。レンズアレイ21の各凸レンズに入射した非平行光を含む光束をレンズアレイ22の対応する凸レンズへ効率よく導くために、レンズアレイ21と22の間隔がレンズアレイ21の凸レンズの焦点距離に等しくされている。

【0046】レンズアレイ22Cは、焦点距離が異なる凸レンズ221と221Cとが互いに入れ子状(千鳥格子状)に形成されている。レンズアレイ22の全レンズの半数の凸レンズ221の焦点距離は、集光レンズ23との組でレンズアレイ21の対応するレンズを被照射面24上に重畳結像するように決定されている。したがって、放物面鏡12の開口端での光強度分布が不均一であっても、レンズアレイ22Cの全レンズの半数の凸レンズ221を通った光による被照射面24上の照度分布は、図2(A)に示す如くほぼ均一になる。

【0047】他方、凸レンズ221Cの焦点距離は凸レンズ221のそれより長いので、レンズアレイ21の対応するレンズを凸レンズ221Cと集光レンズ23との組で被照射面24に結像することができず、レンズアレイ22Cの全レンズの半数の凸レンズ221Cのみを通った光による被照射面24上の照度分布は、図2(B)に示す如く中央部で高い山形になる。すなわち、凸レンズ221Cの焦点距離を凸レンズ221のそれに一致させると被照射面24上の照度分布をほぼ均一にすることができるが、凸レンズ221Cの曲率が凸レンズ221のそれから小さくなる方向にずれると、被照射面24上の照度も均一分布からずれて、中央部で高い山形になる。

【0048】被照射面24上の照度分布は、図2(A)と図2(B)とを重ね合わせた図2(C)のように、被照射面24上の有効照明領域(必要な照明領域)EA内で滑らかに変化する。図1の照明装置を例えば映写機に

$$\begin{aligned} & (\text{レンズアレイ21のレンズサイズ}) : (\text{照明スポットSPのサイズ}) = (\text{レンズアレイ21と22の間隔}) : (\text{レンズアレイ22と被照射面24との間隔}) \\ & \dots (1) \end{aligned}$$

の関係から、レンズアレイ21のレンズサイズの180/60=3倍であって、20.1mm×27mmである。したがって、照明スポットSP内の有効照明領域EAの外側であるマージン領域MAは、上下方向の各幅が3.5mm、左右方向の各幅が2.55mmである。

【0053】図2(A)～(C)中の有効照明領域EAの中心点及び端点の照度をそれぞれ(LC1, LE1)、(LC2, LE2)及び(LC0, LE0)で表すと、この端点の照度の中心点のそれに対する比は、次のようになった。

$$\text{【0054】} LE1/LC1 \approx 100\%$$

用いた場合、人間は、このように滑らかに変化する照度分布に対して鈍感であり、また、中央照度が周辺照度よりも高いと、同一光量で均一照度分布の場合よりも明るいと感じる。さらに、有効照明領域の端の照度が中心点の照度より低いことと、有効照明領域EAの端点から外側へ向かって照度が急に低くなることから、図22の場合と同じマージン領域を確保しても、照明光がマージン領域MAへ入射する割合は図22の場合よりも低くなる。

【0049】したがって、本第1実施形態の照明装置及びその照度分布改善装置並びに液晶投写装置によれば、画質を劣化させずに光利用効率を向上させることができる。

【0050】図1の照明装置の数値例は、以下の通りである。

【0051】メタルハライドランプ11 : アークギャップ1.5mm、150W

放物面鏡12 : 焦点距離14mm、開口端直径80mm、UV/IRカット型のコールドミラーを使用

レンズアレイ21及び22 : 6.7mm×9mmのレンズが12行8列マトリックス状に配列

凸レンズ211 : 焦点距離60mm

凸レンズ221 : 焦点距離45mm

凸レンズ221C : 焦点距離100mm

レンズアレイ22と被照射面24の間隔 : 180mm

集光レンズ23 : 180mm

有効照明領域EA : 15mm×20mm

放物面鏡12上の点からの反射光について、光強度が平行光のその1/2以上である非平行光の発散角の最大値は、光軸に対し3.1°であり、レンズアレイ22上に形成される発光部像は最大直径約6.5mmになる。

【0052】照明スポットSPのサイズを、レンズアレイ21の全レンズの半数の凸レンズ211を通して被照射面24上に重畳結像される照明スポットのサイズと定義する。このサイズは、

$$LE2/LC2 \approx 50\%$$

$$LE0/LC0 \approx 75\%$$

また、照明スポットSPに対する有効照明領域EAの光エネルギーの割合は、図2(A)～(C)についてそれぞれ、約55%、60%及び57.5%となり、光利用効率が図22の場合よりも約2.5%向上した。

【0055】[第2実施形態] 図3は、本発明の第2実施形態の照明装置の、光軸を通る断面概略を示す。

【0056】この装置は、図1のレンズアレイ22Cの替わりに、レンズアレイ22Dを用いている外は、図1と同一である。レンズアレイ22Dは、図1の凸レンズ

221と同一のレンズと互いに入れ子状に、焦点距離 $\infty$ の平板部221Dが形成されている。

【0057】図4(A)及び(B)はそれぞれ、図2(B)及び(C)に対応した照度分布図である。図4(A)上の照度分布は、図2(B)の場合よりも中央部で高い山形になる。

【0058】被照射面24上の照度分布は、図2(A)と図4(A)とを重ね合わせた図4(B)のように、被照射面24上の有効照明領域EA内で滑らかに変化し、中央照度が周辺照度よりも高く、かつ、有効照明領域EAの端点から外側へ向かって照度が急に低くなるので、図22の場合と同じマージン領域を確保しても、画質を劣化させずに光利用効率を向上させることができる。

【0059】平板部221D以外は第1実施形態と同じ数値例の場合、図4(A)及び(B)中の有効照明領域EAの端点の照度の中心点のそれに対する比は、次のようになった。

【0060】 $LE2/LC2 \approx 10\%$   
 $LE0/LC0 \approx 55\%$

また、照明スポットSPに対する有効照明領域EAの光エネルギーの割合は、図4(B)について67.5%となり、光利用効率が図22の場合よりも約12.5%向上した。

【0061】[第3実施形態]図5は、本発明の第3実施形態の照明装置の、光軸を通る断面概略を示す。

【0062】この装置は、図1のレンズアレイ22Cの代わりに、レンズアレイ22Eを用いている外は、図1と同一である。レンズアレイ22Eは、図1の凸レンズ221と同一のレンズと互いに入れ子状に、凹レンズ221Eが形成されている。

【0063】図6(A)及び(B)はそれぞれ、図2(B)及び(C)に対応した照度分布図である。図6(A)上の照度分布は、図2(B)の場合よりも中央部で高い山形になる。

【0064】被照射面24上の照度分布は、図2(A)と図6(A)とを重ね合わせた図6(B)のように、被照射面24上の有効照明領域EA内で滑らかに変化し、中央照度が周辺照度よりも高く、かつ、有効照明領域EAの端点から外側へ向かって照度が急に低くなるので、図22の場合と同じマージン領域を確保しても、画質を劣化させずに光利用効率を向上させることができる。

【0065】凹レンズ221Eの焦点距離-60mm以外は第1実施形態と同じ数値例の場合、図6(A)及び(B)中の有効照明領域EAの端点の照度の中心点のそれに対する比は、次のようになった。

【0066】 $LE2/LC2 \approx 5\%$   
 $LE0/LC0 \approx 52.5\%$

また、照明スポットSPに対する有効照明領域EAの光エネルギーの割合は、図6(B)について約72.5%となり、光利用効率が図22の場合よりも約17.5%

向上した。

【0067】[第4実施形態]図7は、本発明の第4実施形態の照明装置の、光軸を通る断面概略を示す。

【0068】この装置は、図1のレンズアレイ21及び22の代わりにそれぞれレンズアレイ21C及び22Fを用いている外は、図1と同一である。

【0069】レンズアレイ21Cは、図1の凸レンズ211と同一のレンズが中央部のみに形成され、その周囲部に焦点距離 $f$ が凸レンズ221のそれより長い凸レンズ211Cが形成されている。レンズアレイ22Fは、図1の凸レンズ221と同一のレンズが、レンズアレイ21Cの凸レンズ211と対応して中央部のみに形成され、その周囲部に焦点距離 $-f$ の凹レンズ221Eが形成されている。

【0070】したがって、レンズアレイ21Cの中央部の凸レンズ221は、集光レンズ23との組で、凸レンズ211を被照射面24上に重畳結像し、図2(A)のような照度分布となる。これに対し、レンズアレイ21Cの周辺部の凸レンズ221Cに入射した光は、収束した後、レンズアレイ22Fの周辺部の対応する凹レンズ221Eを通して、凸レンズ221Cに入射する前とほぼ同じ角度分布の光になる。この光による被照射面24上の照度分布は、図8(A)に示す如く、放物面鏡12の開口端での照度分布とほぼ相似形になり、図6(A)の場合よりも中心照度に対する周辺照度の比が小さくなる。

【0071】被照射面24上の照度分布は、図2(A)と図8(A)とを重ね合わせた図8(B)のように、被照射面24上の有効照明領域EA内で滑らかに変化し、中央照度が周辺照度よりも高く、かつ、有効照明領域EAの端点から外側へ向かって照度が急に低くなるので、図22の場合と同じマージン領域を確保しても、画質を劣化させずに光利用効率を向上させることができる。

【0072】凸レンズ211C及び凹レンズ221Eの焦点距離をそれぞれ120mm及び-120mmとし、12行8列のレンズアレイ中、上記中央部を8行4列とし、その外は上記第1実施形態と同じ数値例の場合、図8(A)及び(B)中の有効照明領域EAの端点の照度の中心点のそれに対する比は、次のようになった。

【0073】 $LE2/LC2 \approx 0\%$   
 $LE0/LC0 \approx 50\%$

また、照明スポットSPのエネルギーに対する有効照明領域EAの光エネルギーの割合は、図8(B)について約77.5%となり、光利用効率が図22の場合よりも約22.5%向上した。

【0074】なお、第1～4実施形態において、レンズアレイ上の、焦点距離が異なる2種のレンズの配置及び個数比を変えても、同様の効果が得られる。例えば、上記第1～3実施形態において、レンズアレイ22C～22Eの焦点距離が異なる2種のレンズの一方及び他方を

それぞれ、第4実施形態のように中央部及び周辺部に配置してもよく、また、第4実施形態において、レンズアレイ22Fの焦点距離が異なる2種のレンズを、第1〜3実施形態のように互いに入れ子状に配置してもよい。

【0075】[第5実施形態]図9は、図1のレンズアレイ22Cの替わりに用いられるレンズアレイ22Gのレンズ配列を、本発明の第5実施形態として示している。

【0076】レンズアレイ22Gは、レンズサイズが互いに少し異なる2行2列の凸レンズ22a〜22dが矩形の繰り返し単位(クラスタ)となっており、このクラスタが4行3列配列されている。例えば凸レンズ22a及び22bのZ方向長さはいずれも $CZ1=6.5\text{mm}$ であり、凸レンズ22c及び22dのZ方向長さはいずれも $CZ2=7\text{mm}$ であり、凸レンズ22a及び22dのX方向長さはいずれも $CX1=8\text{mm}$ 、凸レンズ22b及び22cのX方向長さはいずれも $CX2=8.5\text{mm}$ である。このクラスタサイズは、レンズアレイ21の2行2列のレンズアレイサイズと同一である。すなわち、レンズアレイ21のレンズは、Z方向長さが $(CZ1+CZ2)/2=6.75\text{mm}$ であり、X方向長さが $(CX1+CX2)/2=8.25\text{mm}$ である。

【0077】したがって、凸レンズ22a〜22dの中心はいずれもレンズアレイ21の対応するレンズの中心から偏位している。このため、凸レンズ22a〜22dによるレンズアレイ21の対応するレンズの被照射面24上での像は、図10(A)に示す如く互いに少しずつずれる。

【0078】結果として、レンズアレイ22Gを用いた照明装置による被照射面24上での照度分布は図10(B)に示す如く、中央部で均一となるが、周辺部で図22のレンズアレイ22を用いた場合よりも照度変化が緩やかになるので、図22の場合と同じマージン領域を確保しても、画質を劣化させずに光利用効率を向上させることができる。

【0079】なお、クラスタのレンズ個数は任意であり、レンズアレイ22Gが1つのクラスタであってもよい。

【0080】[第6実施形態]図11は、図1のレンズアレイ22Cの替わりに用いられるレンズアレイ22Hのレンズ配列を、本発明の第6実施形態として示している。

【0081】レンズアレイ22Hの各レンズのサイズは互いに等しく、対向するレンズアレイのレンズのサイズに等しい。2行2列の偏心凸レンズ22e〜22hは、クロス印で示したレンズ中心に対する凸面の丸印で示した頂点位置が互いに異なる。図12は、偏心凸レンズ22eと22fの断面を示しており、レンズ22eの前記クロス印に対応した中心軸LC1に対し前記丸印に対応した光軸CC1が左側にずれ、レンズ22fの中心軸LC2に対し光軸CC2が右側にずれている。

【0082】図11に戻って、レンズアレイ22Hは、偏心凸レンズ22e〜22hの2行2列の繰り返し単位であるクラスタが4行3列配列されている。このレンズアレイ22Hを照明装置に用いても、図10(B)と同様の照度分布が得られ、光利用効率が向上する。

【0083】なお、クラスタのレンズ個数は任意であり、レンズアレイ22Hが1つのクラスタであってもよい。

【0084】[第7実施形態]図13は、本発明の第7実施形態の液晶投写装置の、光軸を通る横断面概略を示す。

【0085】レンズアレイ21の平面には、UV/IRカットフィルタの膜が形成されている。このフィルタは、UV及びIRを反射し、可視光を透過させる干渉フィルタである。レンズアレイ21の平面にこのフィルタを形成することにより、別個のUV/IRカットフィルタ板を用いる場合よりも、可視光を2〜10%増加させることができる。

【0086】メタルハライドランプ11、放物面鏡12、レンズアレイ21、22及び集光レンズ23からなる照明装置からの出射光は、その青色光Bがダイクロイックミラー31を透過し、緑色光G及び赤色光Rがダイクロイックミラー31で反射される。この反射光は、ダイクロイックミラー32で、透過光の赤色光Rと反射光の緑色光Gとに分割される。ダイクロイックミラー31を通った青色光Bは、全反射ミラー33で反射され、フィールドレンズ34Bを通過して液晶ライトバルブ35Bに入射する。ダイクロイックミラー32で反射された緑色光Gは、フィールドレンズ34Gを通過して液晶ライトバルブ35Gに入射する。ダイクロイックミラー31を通った赤色光Rは、フィールドレンズ34Rを通過して液晶ライトバルブ35Rに入射する。

【0087】液晶ライトバルブ35B、35G及び35Rはいずれも、液晶パネルと、その両側に配置され透過軸方向が互いに90°異なる偏光板とを備え、該液晶パネルに供給される映像信号にตอบสนองして、液晶ライトバルブの各画素の透過率が変化する。これら液晶パネルの位置は、図22中の被照射面24の位置に対応している。

【0088】液晶ライトバルブ35Bからの出射光は、ダイクロイックミラー36及び37を通過して投写レンズ38に入射する。液晶ライトバルブ35Gからの出射光はダイクロイックミラー36で反射され、ダイクロイックミラー37を通過して投写レンズ38に入射する。液晶ライトバルブ35Rからの出射光は、全反射ミラー39で反射され、さらにダイクロイックミラー37で反射されて投写レンズ38に入射する。これにより、スクリーン40上に拡大画像が得られる。

【0089】フィールドレンズ34B、34G及び34Rは、周辺部の光を光軸側へ曲げて投写レンズ38に入

射させることにより、投写画像の明るさを向上させるためのものである。

【0090】レンズアレイ21及び22はいずれも、製造上の原因によりレンズピッチがばらついている。実際に用いたレンズアレイについて、このばらつきを測定したところ、レンズの隣り合う辺の各方向に最大±0.2mmのばらつきがあった。このばらつきは、図9の場合と同じ理由により、周辺部の照度分布が緩やかになる原因となる。しかし、緩やかになる程度が、図9のレンズアレイ22Gを用いた場合よりも小さいので、光利用効率を充分に向上させるためには、マージン領域を狭くする必要がある。

【0091】そこで、レンズアレイ21を光軸方向調整部50で光軸方向へ調整可能にして照明スポットSPのサイズを変えることにより、マージン領域を削減している。

【0092】図14は、レンズアレイ21に対する光軸方向調整部50の構成例を示す縦断面概略を示す。

【0093】光軸方向調整部50は、ベースプレート51に取り付けられている。L字型のレンズアレイ支持枠52に形成され長手方向がY方向の長孔53に、ねじ54が挿入され、ベースプレート51に形成された螺孔55にねじ54が螺合している。レンズアレイ21は、その縁部が開口56の縁部に固定されている。

【0094】次に、光軸方向調整部50による調整の数値例を説明する。

【0095】照明装置の数値例は、上記第1実施形態で述べたものと同一である。但し、レンズアレイ22のレンズの焦点距離は全て45mmである。また、有効照明領域EAは液晶ライトバルブ35B、35G及び35Rの液晶パネルの有効領域である。

【0096】R、B及びGの各液晶パネル上の照明スポットは、次の量だけずれていた。

【0097】

R：Z方向へ1.0mm、X方向へ-0.5mm

G：Z方向へ0.5mm、X方向へ-1.5mm

B：Z方向へ-0.5mm、X方向へ0.5mm

したがって、((液晶パネル上の有効領域のZ方向幅)+1.5mm)×((液晶パネル上の有効領域のX方向幅)+2mm)=16.5mm×22.0mmの照明スポットがあれば、欠けのない表示を行うことができる。照明スポットSPは20.1mm×27mmであるので、無駄がある。

【0098】そこで、上式(1)の関係から、レンズアレイ21と22の間隔60mmを光軸方向調整部50により70mmにして、照明スポットSPをレンズアレイ21のレンズサイズの180/60=3倍から180/70=2.57倍にすることにより、照明スポットSPを17mm×23mmにして、光利用効率(照度)を向上させた。マージン領域MAの損失光量は45%から2

3%となり、調整前の約半分に削減することができた。この調整により結像条件がずれて照明スポット周辺部が少しぼけた状態となるが、投写画像の画質は問題なかった。

【0099】[第8実施形態]図13において、レンズアレイ21及び22の光軸が液晶パネルの光軸に一致しているとき、被照射面でのマージン領域を最小にすることができる。しかし、実際には各部材の寸法誤差や取付誤差が存在するため、この一致を達成するためには部品の調整機構を備える必要がある。調整部位は少ない方が作業上好ましい。

【0100】そこで、この第8実施形態では、図15に示す如く、レンズアレイ21に3軸方向調整部50Aを備えて、レンズアレイ21を光軸方向のみならず、これに直角な面内の位置も調整可能にして、液晶パネルの中心に対する照明スポットSPの中心のずれを補正することにより、図13の場合よりも光利用効率を向上させている。

【0101】3軸方向調整部50Aは、ベースプレート51に取り付けられている。L字形部材52Aに形成され長手方向がY方向の長孔53に、ねじ54が挿入され、ベースプレート51に形成された螺孔55にねじ54が螺合している。プレート52Bに形成され長手方向が紙面垂直方向の長孔57に、ねじ58が挿入され、L字形部材52Aに形成された螺孔59にねじ58が螺合している。同様に、レンズアレイ支持枠52Cに形成され長手方向がZ方向の長孔60に、ねじ61が挿入され、プレート52Bに形成された螺孔62にねじ61が螺合している。レンズアレイ21は、その縁部が、レンズアレイ支持枠52Cに形成された開口56の縁部に固定されている。

【0102】このような構成により、ベースプレート51に対しL字形部材52AのY方向位置を調整でき、L字形部材52Aに対しプレート52BのX方向位置を調整でき、プレート52Bに対しレンズアレイ支持枠52CのZ方向位置を調整することができる。

【0103】上記第8実施形態の数値例において、光軸に直角な面内でレンズアレイ21の位置を調整することにより、レンズアレイ21と22の間隔を75mmにして、照明スポットSPを16mm×21mmに縮小した。この調整により結像条件がずれて照明スポット周辺部が少しぼけた状態となるので、照明スポットが必要な最低サイズより若干大きくなるように調整した。この調整により、マージン領域の光損失は11%となり、第8実施形態の約半分にすることができた。

【0104】[第9実施形態]図16は、本発明の第9実施形態の液晶投写装置の、光軸を通る横断面概略を示す。

【0105】例えば放物面鏡12の取り付けが悪くてその光軸が適正な方向から傾いている場合、液晶パネル上

の照明スポットが大きくなりすぎる。これを補正するために3軸方向調整部50Aでレンズアレイ21の位置を紙面垂直な面内で調整すると、調整量が大きくなり過ぎて、レンズアレイ21からの出射光の一部がレンズアレイ22に入射できなくなるという問題が生ずる。

【0106】そこで、これを防止するために、この液晶投写装置では、上記第8実施形態の構成にさらに、集光レンズ23の取付位置を紙面垂直面内で調整可能な位置調整部50Bを備えている。面内位置調整部50Bは例えば、3軸方向調整部50Aと同様にねじと長孔を用いた構成である。

【0107】このような調整機構により、前記問題を解決することができた。

【0108】〔第10実施形態〕図17は、本発明の第10実施形態の液晶投写装置の、光軸を通る横断面概略を示す。

【0109】この装置では、図13のレンズアレイ22及び集光レンズ23を省略し、レンズアレイ21を光拡散用として用いている。レンズアレイ21が存在しない場合、液晶パネル上での照度分布は図8に示す曲線C0のようになり、有効照明領域EAの端での照度が低くなり過ぎる。レンズアレイ21を放物面鏡12の前方に配置すると、光が拡散して混じるので、照度分布は曲線C0よりも緩やかになり、有効照明領域EAの端での照度が増加する。

【0110】しかし、有効照明領域EAの端での照度が大きくなるほど、光損失が大きくなる。また、各部材の寸法誤差や取付誤差により、有効照明領域EAの端での照度も変化する。

【0111】そこで、レンズアレイ21を光軸方向調整部50Cにより光軸方向に調整可能にして、有効照明領域EAの端での照度が、投写画像の画質上必要最小限の値になるようにすることにより、光利用効率を向上させている。

【0112】光軸方向調整部50Cによりレンズアレイ21の位置を放物面鏡12側の位置21E1へ移動させると、レンズアレイ21で拡散された光の光路長が長くなるので、液晶パネル上での照度分布は図18中の曲線C1のようになり、レンズアレイ21の位置を放物面鏡12から離れた位置21E2へ移動させると、液晶パネル上での照度分布は曲線C2のようになる。

【0113】なお、レンズアレイ21の替わりに、拡散板や多面プリズムを用いてその光軸方向位置を調整可能にすることによっても、上記同様の効果が得られる。

【0114】〔第11実施形態〕図19は、本発明の第

$$(\text{レンズアレイ21の焦点距離}) = (\text{レンズアレイ21と22の間隔}) + (\text{レンズアレイ22の厚み}) \quad \dots (2)$$

としている。これにより、より多くの光が偏光変換素子25Dの有効入射領域に入射して光利用効率が向上する。

11実施形態の液晶投写装置の、光軸を通る横断面概略を示す。

【0115】この装置では、図16の構成にさらに、レンズアレイ22と集光レンズ23との間に偏光変換素子25Dが配置されている。偏光変換素子25Dは無偏光を直線偏光に変換して、液晶ライトバルブ35B、35G及び35Rの入射側偏光子を透過する光量を多くして吸収を少なくするためのものである。

【0116】図20は、偏光変換素子25Dの拡大図である。

【0117】偏光変換素子25Dは、断面が平行四辺形で紙面垂直方向に伸びた互いに同一形状の四角柱のプリズム250がZ方向に配列され、プリズム間及びZ方向端部のプリズムのZ方向端面に、誘電体多層膜で形成された偏光ビームスプリッタ251（点線）とS偏光ミラー252とが交互に形成され、1つおきのプリズムの出射面に1/2波長板253が形成されている。この平行四辺形は、一対の対向する入射面及び出射面の幅が、レンズアレイ22のレンズの幅CXの半分であり、他の一対の対向辺の長さが $2^{-0.5}CX$ であり、一対の対向角が45°である。レンズアレイ22の各レンズ中心が偏光ビームスプリッタ251のZ方向中心と一致するように、偏光変換素子25Dが配置されている。

【0118】レンズ凸レンズ211の光軸に沿って進む光は、そのP偏光成分が偏光ビームスプリッタ251を透過し、S偏光成分が偏光ビームスプリッタ251で反射される。このS偏光成分は、さらにS偏光ミラー252で反射される。偏光ビームスプリッタ251を透過したP偏光は、1/2波長板253を通過してS偏光に変換される。これにより、偏光変換素子25Dから出射した光はS偏光となる。

【0119】プリズム入射面に入射してS偏光ミラー252を透過したP偏光は無効光であり、S偏光ミラー252で反射されたS偏光は偏光ビームスプリッタ251で反射され1/2波長板253を通過してP偏光となるので無効光である。

【0120】したがって、プリズム入射面は、有効入射領域又は無効入射領域であり、有効入射領域と無効入射領域とが交互に存在する。

【0121】図19に戻って、レンズアレイ21と22の間隔を、レンズアレイ21の焦点距離よりも少し短くし、偏光変換素子25Dの入射面に形成されるメタルハイドランプ11の発光部像が略最小になるようにしている。例えば、

【0122】偏光変換素子25Dを用いると、液晶パネルでのマージン領域MAは、プリズム250の長手方向よりもこれに直角な方向の方が広くなることが判明した。

これは、図20において、偏光変換素子25Dの有効入射領域を通った1つの光束が、1/2波長板253を通った光束と隣のアリズム出射面を通った光束とになるの

$$CZ/CX > EZ/EX > (CZ-P)/CX \dots (3)$$

を満たすようにレンズアレイ21及び22のレンズのアスペクト比を決定することにより、この問題を小さくし又は解消することができることが分かった。ここに、

EZ：液晶パネル有効照明領域EAのZ方向長さ

EX：液晶パネル有効照明領域EAのZ方向と直角な方向の長さ

P：偏光変換素子25Dのアリズムのピッチである。

【0123】3：4のアスペクト比を持つ液晶パネルに対し、従来ではこれと同じアスペクト比のレンズが形成されたレンズアレイ21及び22を用いていたが、このアスペクト比を3：3.6とし、6.7mm×8mmのレンズが形成されたレンズアレイ21及び22を用いた。これにより、被照射面でのZ方向と直角な方向の過剰マージン領域を低減して、光利用効率を向上させることができた。

【0124】なお、1/2波長板253は1つおきのアリズムの出射面に形成されていればよく、図20の1/2波長板253をアリズムのピッチPずらして配置してもよい。この場合、偏光変換素子25Dにより無偏光がP偏光に変換される。また、S偏光ミラーは少なくともS偏光を反射できればよく、偏光ビームスプリッターであってもよい。

【0125】〔第12実施形態〕図21は、本発明の第12実施形態の液晶投写装置の、光軸を通る横断面概略を示す。

【0126】この装置では、偏光変換素子25Dの有効入射領域に入射する光量を増加させて光利用効率を向上させるために、球面収差を補正した非球面レンズが形成されたレンズアレイ21Dを用いている。他の点は図19の液晶投写装置と同一である。

【0127】なお、本発明には外にも種々の変形例が含まれる。

【0128】例えば、上述の照明装置の用途は液晶投写装置や映写機などの投写装置に限定されない。

【0129】液晶投写装置は、液晶ライトバルブを1つのみ用いる単板式であってもよい。

【0130】また、光源はメタルハライドランプに限定されず、用途に応じて各種のものをを用いることができる。

【0131】さらに、用途や使用目的に応じて、光源発光部を放物面鏡の焦点位置からずらして配置することにより、照明装置の出射光を収束光又は発散光にしてもよい。

【0132】また、放物面鏡の替わりに球面鏡を用い、その球面中心に光源を配置し、該球面鏡の開口端前方

で、光束の断面積がZ方向について2倍になることに因ることが分かった。そして、

に、焦点を該球面中心に一致させた凸レンズを配置してもよい。該球面鏡を用いずに該凸レンズのみ用いたものであってもよい。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1実施形態の照明装置の、光軸を通る断面概略図である。

【図2】(A)は図1中のレンズアレイ22Cの半数の凸レンズ221を通った光による被照射面24上の照度分布図、(B)はこのレンズアレイの残りの半数の凸レンズ221Cを通った光による被照射面24上の照度分布図、(C)はこのレンズアレイの全レンズを通った光による被照射面24上の照度分布図である。

【図3】本発明の第2実施形態の照明装置の、光軸を通る断面概略図である。

【図4】(A)は図3中のレンズアレイ22Dの半数の凸レンズ221Dを通った光による被照射面24上の照度分布図、(B)はこのレンズアレイの全レンズを通った光による被照射面24上の照度分布図である。

【図5】本発明の第3実施形態の照明装置の、光軸を通る断面概略図である。

【図6】(A)は図5中のレンズアレイ22Eの半数の凹レンズ221Eを通った光による被照射面24上の照度分布図、(B)はこのレンズアレイの全レンズを通った光による被照射面24上の照度分布図である。

【図7】本発明の第4実施形態の照明装置の、光軸を通る断面概略図である。

【図8】(A)は図7中のレンズアレイ22Fの半数の凹レンズ221Eを通った光による被照射面24上の照度分布図、(B)はこのレンズアレイの全レンズを通った光による被照射面24上の照度分布図である。

【図9】本発明の第5実施形態に係る、図1中のレンズアレイ22Cの替わりに用いられるレンズアレイのレンズ配列図である。

【図10】(A)は図9中の凸レンズ22a～22dを通った光による被照射面上の照明スポットを示す図であり、(B)は、図9中のレンズアレイ22Hを照明装置に用いて得られる被照射面上の照度分布図である。

【図11】本発明の第6実施形態に係る、図1中のレンズアレイ22Cの替わりに用いられるレンズアレイのレンズ配列図である。

【図12】図11中のレンズアレイ22e及び22eの横断面拡大図である。

【図13】本発明の第7実施形態の液晶投写装置の、光軸を通る横断面概略図である。

【図14】図13中のレンズアレイの光軸方向調整部の構成例を示す縦断面概略図である。

【図15】本発明の第8実施形態に係る、レンズアレイの位置調整部を示す縦断面概略図である。

【図16】本発明の第9実施形態の液晶投写装置の、光軸を通る横断面概略図である。

【図17】本発明の第10実施形態の液晶投写装置の、光軸を通る横断面概略図である。

【図18】図17中のレンズアレイが存在しない場合、このレンズアレイが図17中の位置21E1及び21E2に在る場合の液晶パネル上での照度分布を示す線図である。

【図19】本発明の第11実施形態の液晶投写装置の、光軸を通る横断面概略図である。

【図20】図19中の偏光変換素子の拡大断面概略図である。

【図21】本発明の第12実施形態の液晶投写装置の、光軸を通る横断面概略図である。

【図22】従来の照明装置の、光軸を通る断面概略図である。

【図23】(A)は図22の照明装置で被照射面に形成された照明スポットのマージン領域説明図であり、(B)はこの照明スポットのX軸に沿った照度分布図である。

【符号の説明】

11 メタルハライドランプ

12 放物面鏡

21、21C、21D、22、22C～22H レンズ

アレイ

211、221、221C、22a～22d 凸レンズ

22e～22h 偏心凸レンズ

221D 平板部

221E 凹レンズ

23 集光レンズ

24 被照射面

25D 偏光変換素子

250 プリズム

251 偏光ビームスプリック

252 S偏光ミラー

253 1/2波長板

31、32、36、37 ダイクロイックミラー

33、39 全反射ミラー

34B、34G、34R フィールドレンズ

35B、35G、35R 液晶ライトバルブ

38 投写レンズ

50、50C 光軸方向調整部

50A 3軸方向調整部

50B 面内位置調整部

LC1、LC2 中心軸

CC1、CC2 光軸

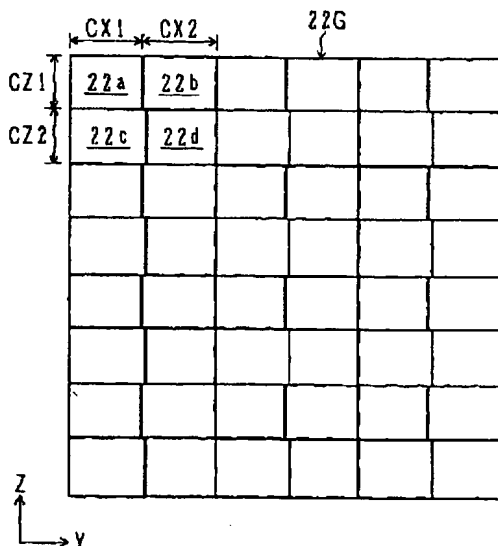
SP 照明スポット

EA 有効照明領域

MA マージン領域

【図9】

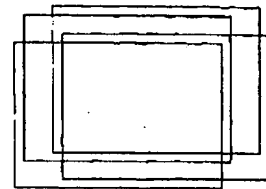
本発明の第5実施形態に係る、図1中のレンズアレイ22Cの替わりに用いられるレンズアレイのレンズ配列図



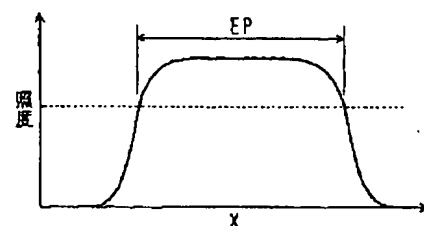
【図10】

(A)は図9中の凸レンズ22a～22dを通った光による被照射面上の照明スポットを示す図であり、(B)は、図9中のレンズアレイ22Hを照明装置に用いて得られる被照射面上の照度分布図

(A)

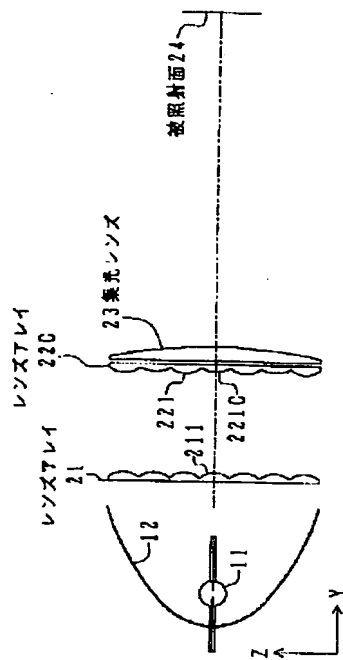


(B)



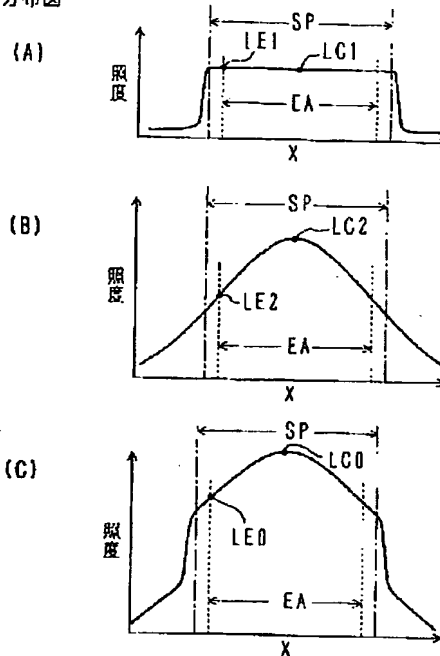
【図1】

本発明の第1実施形態の照明装置の、光軸を通る断面概略図



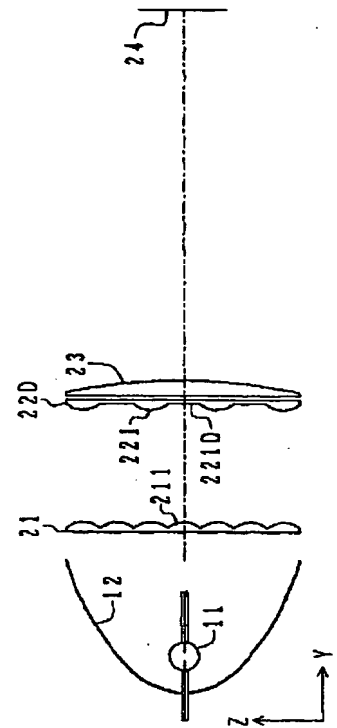
【図2】

(A)は図1中のレンズアレイ22Cの半数の凸レンズ221を通った光による被照射面24上の照度分布図、(B)はこのレンズアレイの残りの半数の凸レンズ221Cを通った光による被照射面24上の照度分布図、(C)はこのレンズアレイの全レンズを通った光による被照射面24上の照度分布図



【図3】

本発明の第2実施形態の照明装置の、光軸を通る断面概略図



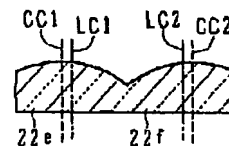
【図11】

本発明の第6実施形態に係る、図1中のレンズアレイ22Cの替わりに用いられるレンズアレイのレンズ配列図

CC1	LC1	LC2	CC2	22H					
22e	22f	+	+	+	+	+	+	+	+
+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
+	+	+	+	+	+	+	+	+	+

【図12】

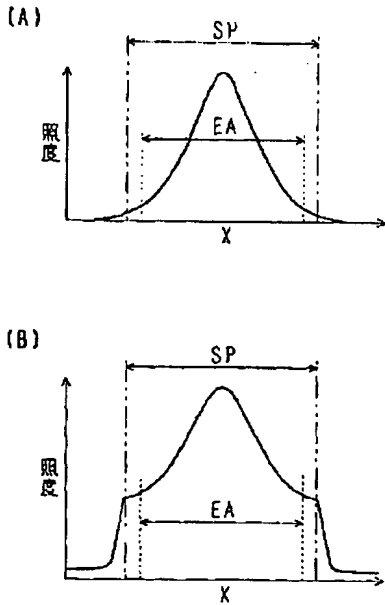
図11中のレンズアレイ22e及び22fの横断面拡大図





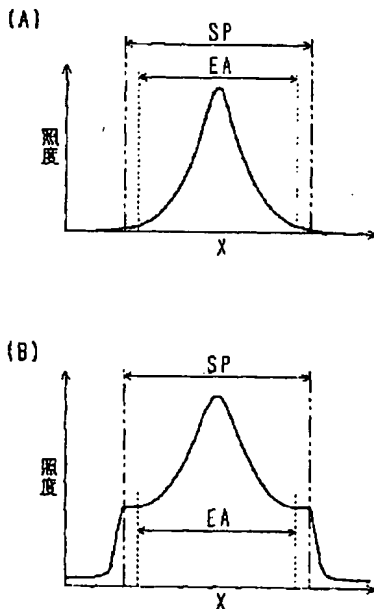
【図4】

(A)は図3中のレンズアレイ22Dの半数の凸レンズ221Dを通った光による被照射面24上の照度分布図、(B)はこのレンズアレイの全レンズを通った光による被照射面24上の照度分布図



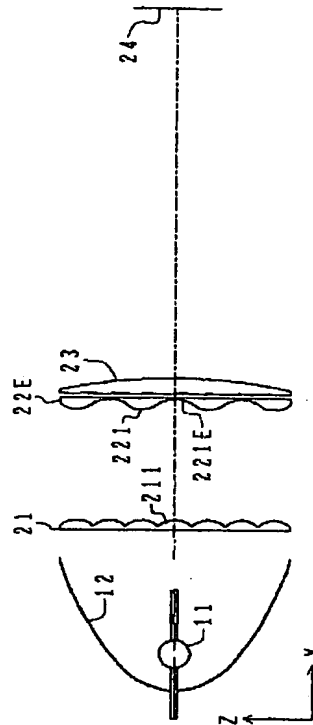
【図6】

(A)は図5中のレンズアレイ22Eの半数の凹レンズ221Eを通った光による被照射面24上の照度分布図、(B)はこのレンズアレイの全レンズを通った光による被照射面24上の照度分布図



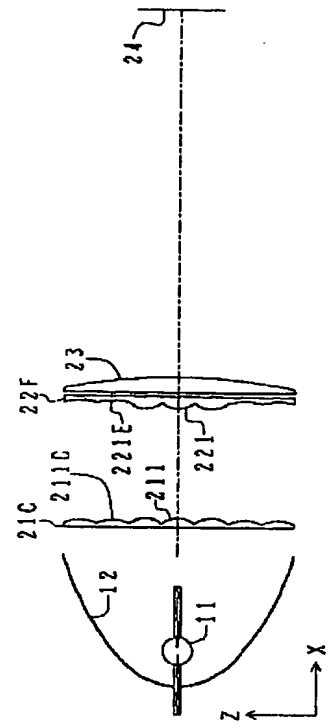
【図5】

本発明の第3実施形態の照明装置の、光軸を通る断面概略図



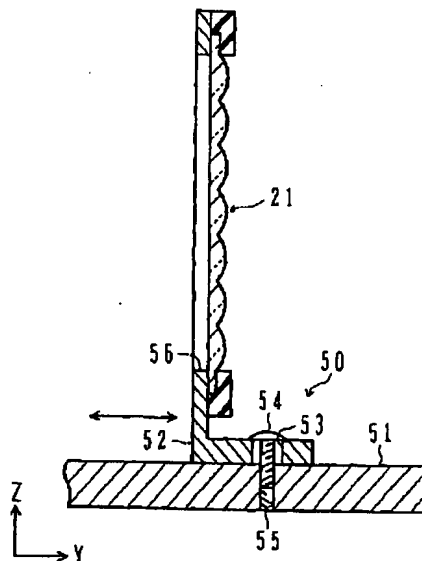
【図7】

本発明の第4実施形態の照明装置の、光軸を通る断面概略図



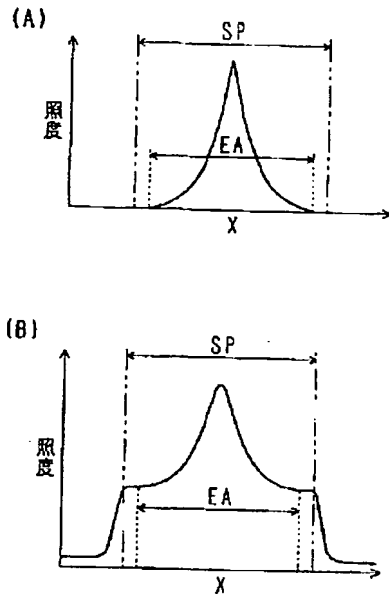
【図14】

図13中のレンズアレイの光軸方向調整部の構成例を示す縦断面概略図



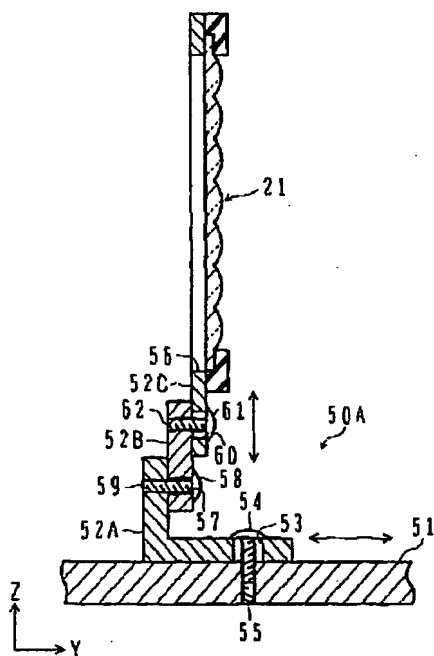
【図8】

(A)は図7中のレンズアレイ22Fの半数の凹レンズ221Eを通った光による被照射面24上の照度分布図、(B)はこのレンズアレイの全レンズを通った光による被照射面24上の照度分布図



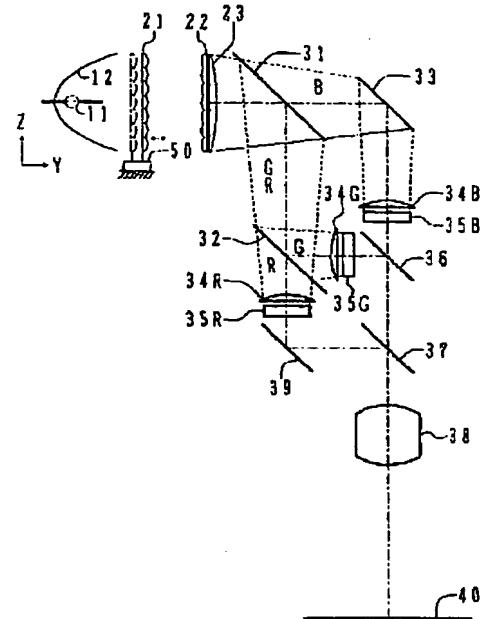
【図15】

本発明の第8実施形態に係る、レンズアレイの位置調整部を示す縦断面概略図



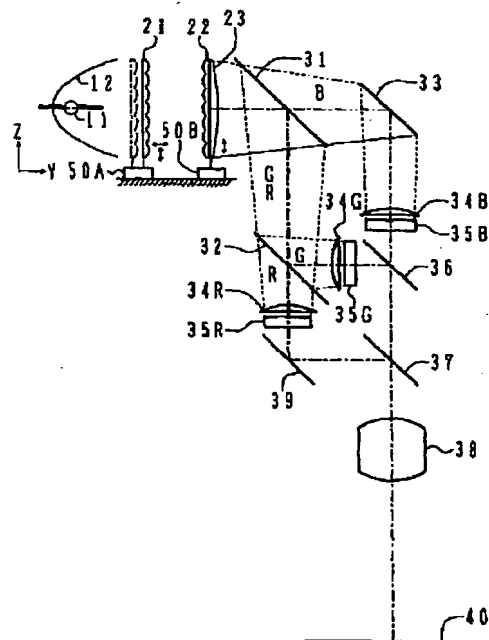
【図13】

本発明の第7実施形態の液晶投写装置の、光軸を通る横断面概略図



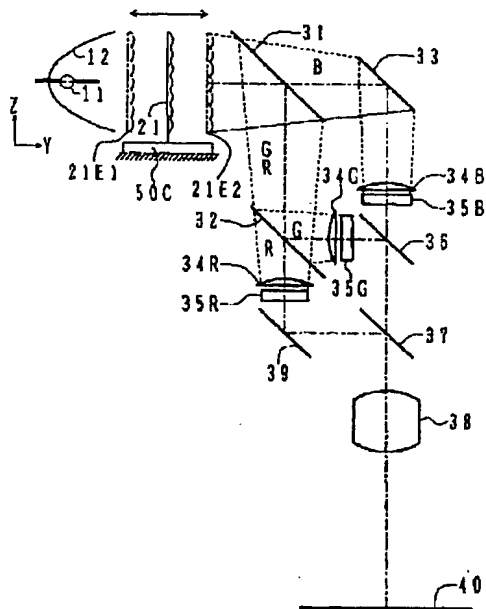
【図16】

本発明の第9実施形態の液晶投写装置の、光軸を通る横断面概略図



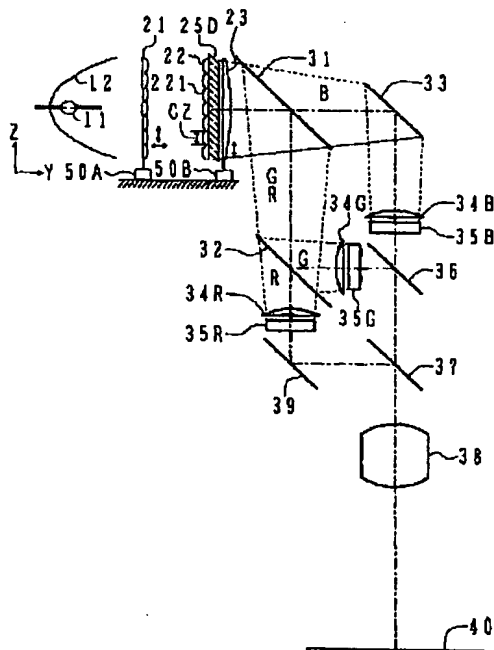
【図17】

本発明の第10実施形態の液晶投写装置の、光軸を通る横断面概略図



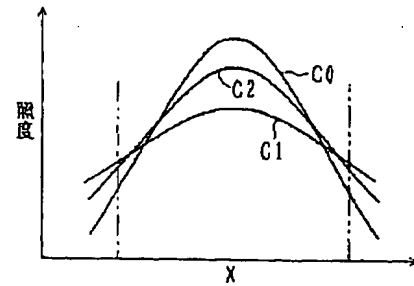
【図19】

本発明の第11実施形態の液晶投写装置の、光軸を通る横断面概略図



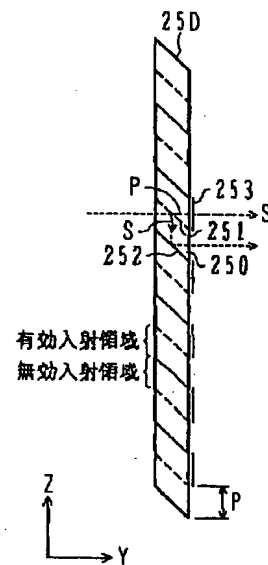
【図18】

図17中のレンズアレイが存在しない場合、このレンズアレイが図17中の位置21E1及び21E2に在る場合の液晶パネル上での照度分布を示す線図



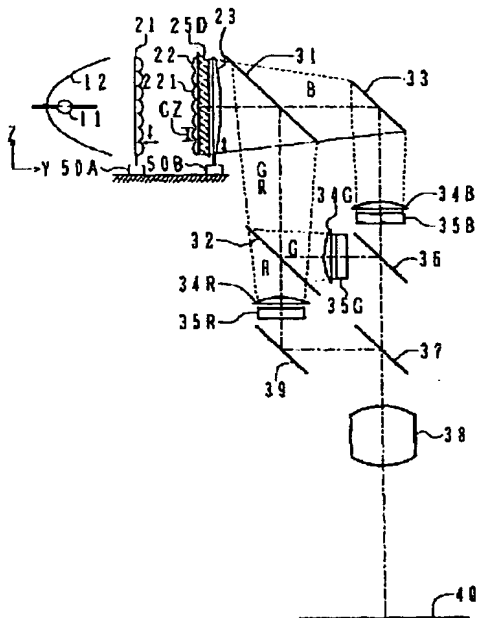
【図20】

図19中の偏光変換素子の拡大断面概略図



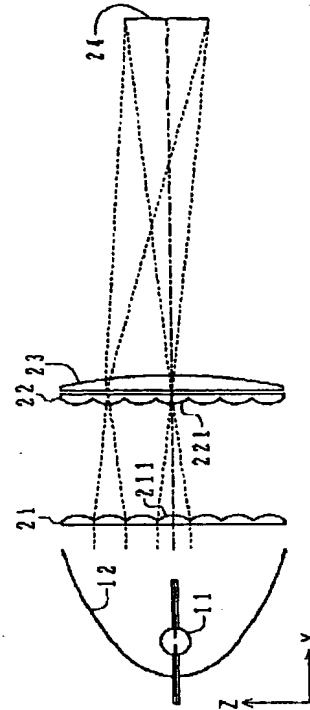
【図21】

本発明の第12実施形態の液晶投写装置の、光軸を通る横断面概略図



【図22】

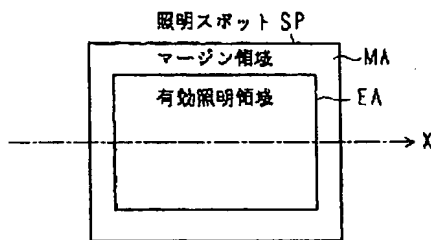
従来の照明装置の、光軸を通る断面概略図



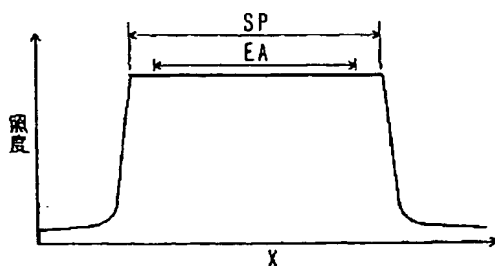
【図23】

(A)は図22の照明装置で被照射面に形成された照明スポットのマージン領域説明図であり、(B)はこの照明スポットのX軸に沿った照度分布図

(A)



(B)



フロントページの続き

(72)発明者 小林 哲也  
神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番  
1号 富士通株式会社内  
(72)発明者 浜田 哲也  
神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番  
1号 富士通株式会社内  
(72)発明者 菅原 真理  
神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番  
1号 富士通株式会社内  
(72)発明者 林 啓二  
神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番  
1号 富士通株式会社内

(72)発明者 大橋 範之  
神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番  
1号 富士通株式会社内  
(72)発明者 山口 久  
神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番  
1号 富士通株式会社内  
Fターム(参考) 2H088 EA13 EA15 HA13 HA18 HA24  
HA25 MA04 MA06  
2H091 FA05X FA05Z FA07X FA26Z  
FA29X FA41X FD12 LA18  
LA30 MA07

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**